

(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 857 985 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
12.08.1998 Patentblatt 1998/33

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: G02B 1/02, G02B 7/02,  
C03C 27/00

(21) Anmeldenummer: 98100492.2

(22) Anmeldetag: 14.01.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

• CARL-ZEISS-STIFTUNG,  
HANDELND ALS CARL ZEISS  
89518 Heidenheim (Brenz) (DE)  
Benannte Vertragsstaaten:  
GB IE

(30) Priorität: 10.02.1997 DE 19704936

(72) Erfinder: Schuster, Karl Heinz  
89551 Königsbrunn (DE)

(71) Anmelder:

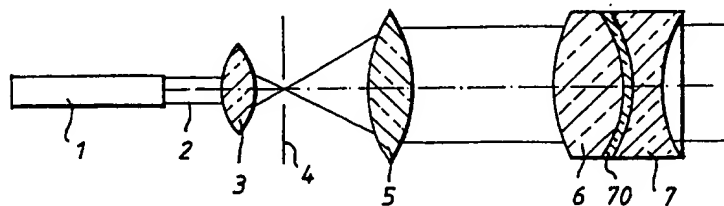
• Carl Zeiss  
D-89518 Heidenheim (Brenz) (DE)  
Benannte Vertragsstaaten:  
BE CH DE DK ES FI FR GR IT LI LU MC NL PT SE  
AT

### (54) Optisches Glied und Herstellverfahren

(57) Optisches Glied, dessen Elemente (6, 7) ohne Luft aneinanderliegen (angesprengt, physical glue), wobei mindestens ein Element (7) aus kristallinem Material besteht und auf der dem anderen Element (6)

benachbarten Seite eine amorphe anorganische Schicht (70) aufweist.

FIG. 1



EP 0 857 985 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein optisches Glied, dessen Elemente ohne Luft aneinanderliegen - diese Füge-  
 technik wird auch als "Ansprengen" oder "physical glue"  
 bezeichnet -, wobei mindestens ein Element aus kristal-  
 linem Material besteht (nach Anspruch 1), sowie ein  
 optisches System damit (nach den Ansprüchen 4 und  
 6). Zugleich betrifft die Erfindung die entsprechenden  
 Herstellverfahren nach den Ansprüchen 7-9.

Als Alternative zum Kitten ist das Ansprengen in  
 der Optik-Fertigung verbreitet. Als Füge-technik für Kri-  
 stalle funktioniert es aber nur bedingt, besonders bei  
 gekrümmten Flächen. Dort bilden sich nämlich mikro-  
 skopische Stufen an Übergängen zwischen Kristallebe-  
 nen. Speziell bei Fluoriden kommt eine generell geringe  
 Adhäsion dazu.

Speziell für Ultraviolett-Optik, insbesondere für den  
 DUV-Bereich unterhalb 250 nm Wellenlänge, werden  
 Kristalle und besonders Fluoride wie  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{NaF}$   
 benötigt, da diese zu den wenigen in diesem Wellenlän-  
 genbereich transparenten und photochemisch stabilen  
 Werkstoffen gehören, und die Quarzglas durch ihre  
 anderen optischen Eigenschaften z.B. zur Achromati-  
 sierung ergänzen können. Auch ihre doppelbrechenden  
 Eigenschaften sind von Bedeutung.

Das Kitten kommt für diesen Wellenlängenbereich  
 aber nicht als Füge-technik in Frage, da die organischen  
 Klebstoffe allesamt nicht chemisch resistent gegen  
 diese UV-Strahlen sind.

Aufgabe der Erfindung ist es also, einen Weg zu fin-  
 den, wie kristallines Material ohne Luftzwischenraum  
 und ohne Kitt gefügt werden kann, sowie optische Glie-  
 der, Systeme und Fertigungsverfahren mit dieser Tech-  
 nik anzugeben.

Gelöst wird die Aufgabe nach Anspruch 1, indem  
 bei einem gattungsgemäßen optischen Glied ein Ele-  
 ment aus kristallinem Material auf der dem anderen  
 Element benachbarten Seite eine amorphe anorgani-  
 sche Schicht aufweist.

Besonders vorteilhaft ist dies nach Anspruch 2,  
 wenn das kristalline Material ein Fluorid ist, da bei die-  
 sem Material das Ansprengen besonders schwierig und  
 schwach ist.

Als anorganische Schicht eignet sich besonders  
 Quarzglas nach Anspruch 3, u.a. wegen seiner UV-  
 Transparenz und UV-Beständigkeit.

Damit läßt sich dann auch ein DUV-geeigneter  
 Achromat, z.B. mit Quarzglas und Kalziumfluorid auf-  
 bauen, mit angesprengten optischen Gliedern, gemäß  
 Anspruch 4 bzw. 5. Anspruch 6 gibt die Verwendung im  
 UV/DUV-Bereich an.

Anspruch 7 beschreibt das entsprechende Herstell-  
 verfahren, wonach ein Element aus kristallinem Mate-  
 rial zum Vorbereiten für das Ansprengen mit einer  
 anorganischen amorphen Schicht, vorzugsweise aus  
 Quarzglas, beschichtet wird. Auf das Beschichtungsver-  
 fahren kommt es dabei nicht an, es sind zahlreiche

bekannt. Gute Haftung und glatte Oberfläche ergibt z.B.  
 das Sputtern.

Bei Bedarf kann die Oberfläche der Schicht gemäß  
 Anspruch 7 noch geglättet werden, z.B. durch Polieren,  
 Tempern, Ionenstrahl, chemisch Polieren.

Auch bei der Herstellung optischer Teile aus Kri-  
 stall, die im Einsatz nicht an ein anderes Teil ange-  
 sprengt bleiben, hat die Erfindung gemäß Anspruch 9  
 ihre Vorteile.

Demnach muß ein teilbearbeiteter Rohling aus Kri-  
 stall nicht auf einem Linsenträger festgekittet werden,  
 um die gegenüberliegende Seite zu polieren, sondern  
 er kann nach der erfindungsgemäßen Beschichtung  
 angesprengt werden. Kitt entfällt also. Statt auf einen  
 Linsenträger können insbesondere dünne Elemente  
 auch direkt an ein weiteres optisches Bauteil ange-  
 sprengt werden, mit dem sie auch im Gebrauch verein-  
 igt bleiben.

Näher erläutert wird die Erfindung anhand der  
 Zeichnung.

Figur 1 zeigt schematisch ein optisches System mit  
 einem Achromaten mit einem Element aus  
 Kristall mit Beschichtung.

Figur 2 zeigt schematisch eine Optik-Polierma-  
 schine mit an einem Linsenhalter ange-  
 sprengtem beschichtetem Kristall-Teil beim  
 Polieren.

Das optische System der Figur 1 zeigt zunächst  
 eine Lichtquelle 1, vorzugsweise einen Excimer-Laser,  
 der ein Lichtbündel 2 emittiert mit einer Wellenlänge im  
 tiefen Ultraviolett (DUV), z.B. 248 nm, 193 nm oder 157  
 nm.

Linsen 3 und 5 mit Blende 4 sind eine Strahlaufwei-  
 tungseinheit, die Linsen 6 und 7 liegen ohne Luft anein-  
 ander, sind also angesprengt und bilden einen  
 Achromaten, wobei die Linse 6 aus Quarzglas, die  
 Linse 7 aus kristallinem Material, z.B. einem Fluorid wie  
 $\text{CaF}_2$ ,  $\text{MgF}_2$  oder  $\text{NaF}$  besteht. Diese Materialien sind  
 im DUV-Bereich brauchbar.

Normales Ansprengen der Kristall-Linse 7 an die  
 Quarzlinse 6 ist prinzipiell zwar möglich, aber nicht  
 praktikabel und nicht stabil. Verbinden mit Optik-Kitt,  
 also einem organischen Kleber, scheidet aus, da diese  
 Materialien gegen DUV-Bestrahlung chemisch nicht  
 stabil sind. Durch die erfindungsgemäß auf die Linse 7  
 aufgebrachte dünne Quarzschicht 70 - im Bild übertrie-  
 ben dick dargestellt - wird das Ansprengen problemlos  
 möglich und sehr stabil. Optische Wirkung hat die  
 dünne Schicht 70 keine, da sie mit dem Material der  
 Linse 6 übereinstimmt.

Das optische System kann z.B. Teil einer Mikrolitho-  
 graphie-Projektionsbelichtungsanlage sein.

Außer zur Achromatisierung eignen sich optische  
 Elemente aus kristallinem Werkstoff wegen ihrer dop-  
 pelbrechenden Eigenschaften besonders auch für pola-

risationsoptische Elemente. Dazu sind dann bevorzugt dünne Planplatten geeignet, welche aus Stabilitätsgründen im Gebrauch, aber auch schon bei der Fertigung, an massive Planplatten, zum Beispiel aus Quarzglas oder Flußpat, angesprengt werden können, wenn sie erfindungsgemäß beschichtet sind.

Damit sind dann dünne optische Elemente aus kristallinem Werkstoff mit Dicken bis in den Mikrometerbereich hinunter machbar.

Die Bearbeitung eines angesprengten optischen Kristallteils 12 mit Beschichtung 20 zeigt Figur 2. Das Kristallteil 12 ist auf dem Linsenträger 11 angesprengt, der in einem Halter 10, eventuell mit Drehantrieb, der Linsenschleifmaschine 100 angeordnet ist. Die freie Fläche des Kristallteils 12 wird mit Poliermittel 13 mit dem Polierwerkzeug 14, das seinerseits vom Antrieb 15 gedreht wird, poliert.

Der Linsenträger 11 kann schon eine nutzbare Linse enthalten, an der das Kristallteil 12 auch auf Dauer verbleibt. Sonst wird das Kristallteil 12 nach der Fertigbearbeitung wieder abgesprengt.

Die dünne Schicht 20 kann mit allen bekannten Techniken der Herstellung dünner Schichten aufgebracht und nachbehandelt werden. Bewährt hat sich das Aufputtern von  $\text{SiO}_2$  auf  $\text{MgF}_2$ , was eine gut haftende Schicht mit guter Glättungswirkung ergibt.

Die dünne Schicht 20 kann auch aus dem gleichen Stoff, aber in amorpher Form, wie das Kristallteil 12 bestehen, wobei dann natürlich die Adhäsion nicht verbessert ist, aber die Glättung wirkt. In diesem Fall kann sie auch durch Umwandlung der Oberflächenzone, z.B. mit Laserumschmelzen, erzeugt werden.

#### Patentansprüche

1. Optisches Glied, dessen Elemente (6, 7) ohne Luft aneinanderliegen, wobei mindestens ein Element (7) aus kristallinem Material besteht, dadurch gekennzeichnet, daß ein Element (7) aus kristallinem Material auf der dem anderen Element (6) benachbarten Seite eine amorphe anorganische Schicht (70) aufweist.
2. Optisches Glied nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das kristalline Material ein Fluorid ist.
3. Optisches Glied nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die amorphe anorganische Schicht (70) aus Quarzglas besteht.
4. Optisches System enthaltend mindestens ein optisches Glied nach mindestens einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß die Elemente (6, 7) aus zwei verschiedenen Materialien bestehen.
5. Optisches System enthaltend mindestens ein optisches Glied nach mindestens einem der Ansprüche

1-5, dadurch gekennzeichnet, daß eine Lichtquelle (1) mit UV-Licht, vorzugsweise DUV-Licht, vorhanden ist.

6. Verwendung eines optischen Gliedes nach mindestens einem der Ansprüche 1-5, in einem optischen System mit Ultraviolett-, insbesondere DUV-Lichtquelle (1).
7. Verfahren zum Vorbereiten eines Elements (12) aus kristallinem Material, insbesondere aus einem Fluorid, für das Ansprengen, dadurch gekennzeichnet, daß auf die Ansprengfläche eine anorganische amorphe Schicht (20) insbesondere aus Quarzglas, aufgebracht wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht (20) geglättet wird.
9. Verfahren zur Herstellung eines dünnen optischen Elements aus kristallinem Material, insbesondere mit einer geringsten Dicke von weniger als 5 mm oder von weniger als 5 % des Durchmessers, dadurch gekennzeichnet, daß ein Rohling auf einer Fläche auf Endform des optischen Elements optisch bearbeitet wird, anschließend mit einer amorphen anorganischen Schicht belegt wird, bedarfsweise die Schicht poliert wird, das halbfertige optische Element mit der Schicht an ein Teil, insbesondere einen Linsenträger für Poliermaschinen angesprengt wird, und dann die gegenüberliegende Seite auf Endform optisch bearbeitet wird.

FIG. 1

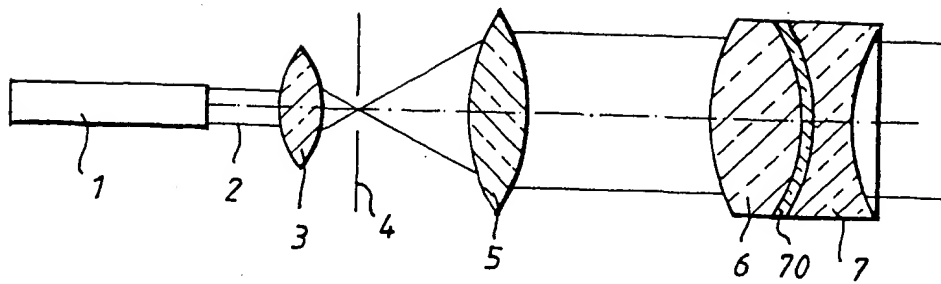
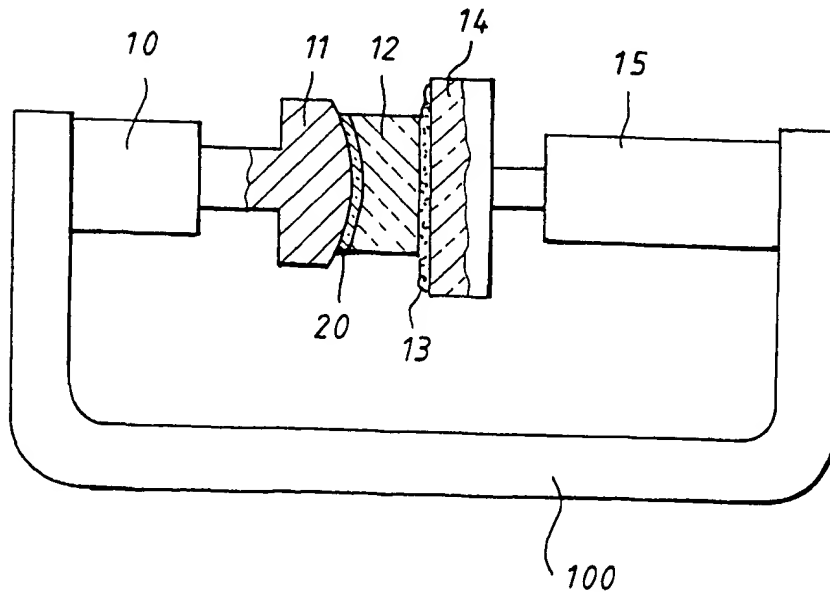


FIG. 2



EP 0 857 985 A1



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 98 10 0492

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	US 5 339 441 A (KARDOS THOMAS A ET AL) 16. August 1994 * Spalte 1, Zeile 22 - Zeile 25; Ansprüche 1,5; Abbildungen 2,3 * * Spalte 2, Zeile 50 - Zeile 63 *	1,5,6	G02B1/02 G02B7/02 C03C27/00
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 448 (P-1594), 17. August 1993 & JP 05 100102 A (OLYMPUS OPTICAL CO LTD), 23. April 1993, * Zusammenfassung *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 530 (P-1809), 6. Oktober 1994 & JP 06 186405 A (NIKON CORP), 8. Juli 1994, * Zusammenfassung *	1	
A	US 5 469 299 A (NAGANO CHIKARA) 21. November 1995 * Spalte 2, Zeile 30 - Zeile 38 *	2,4-6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			G02B C03C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Rechenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 10. Juni 1998	Prüfer Hervé, D
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPF FORM 1501 03 02 (P/MC03)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**